

(11)Publication number : 2000-032611
(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

B60L 11/14
H02K 7/10

(21)Application number : 10-214909
(22)Date of filing : 13.07.1998

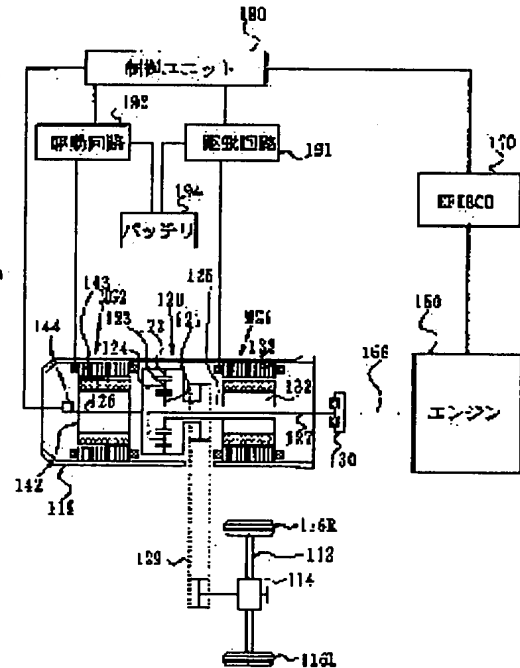
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
(72)Inventor : YAMAGUCHI KATSUHIKO

(54) POWER OUTPUTTING APPARATUS AND ITS CONTROL METHOD AND HYBRID CAR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable stable operation even when practically no torque is being outputted from an internal combustion engine, by operating a motor-generator making its output torque approximately zero, when the output torque of the internal combustion engine is practically zero.

SOLUTION: A central processing unit(GPU) inside a control unit 190 sets a target number of revolution and a target torque of a car shaft 112. And, if the absolute value of the number of revolution is smaller than a specified value, i.e., if the car axis 112 is judged to be locked, a target torque of a motor MG1 is set. Besides, if the absolute value of the number of revolution is larger than the specified value, the target torque of the motor MG1 is made zero, if the engine 150 is judged to be in a standstill, or in the course of idling operation. Consequently, it becomes possible to evade the phenomenon that power running and regenerative operation of the motor MG1 and operation of the engine 150 become unstable, because of the variation of the number of revolution of the engine 150 and the variation of the number of revolution of the motor MG1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3412525

[Date of registration] 28.03.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] At a different rotational frequency which has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft, and had said output shaft and correlation at least, in the pivotable condition This output shaft, A set torque means to set up said internal combustion engine's output torque according to the demand power which is the power output unit in which an output is possible, and was demanded in power from the driving shaft mechanically combined with this revolving shaft, As the power outputted from said driving shaft is in agreement with said demand power, when the control means which carries out feedback control of said motor generator, and said internal combustion engine's output torque are 0 substantially A power output unit equipped with the 2nd control means which is not concerned with control by said control means, but makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator.

[Claim 2] Are a power output unit according to claim 1, and it is based on the operational status of said power output unit. It has a judgment means to judge whether it results in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided. Said 2nd control means The power output unit which said internal combustion engine's output torque is 0 substantially, and is a means to make the output torque of said motor generator abbreviation 0, and to operate this motor generator when judged with not resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided.

[Claim 3] It is a power output unit equipped with a means to judge whether it is a power output unit according to claim 2, and said judgment means results in the condition that an input means to input the rotational frequency of said driving shaft, and said internal combustion engine's operational status should be avoided based on this rotational frequency.

[Claim 4] It is the power output unit which is a means to judge with resulting in the condition that it is a power output unit according to claim 3, and said internal combustion engine's operational status should be avoided after said rotational frequency separates from the range where this judgment is materialized once it is judged with said judgment means resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided further until a predetermined period passes.

[Claim 5] It is the power output unit characterized by being a power output unit according to claim 1, and combining mechanically said internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of said motor generator, and said driving shaft through planetary gear.

[Claim 6] In the pivotable condition at a different rotational frequency which has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft, and had said output shaft and correlation at least It is the control approach of the power output unit in which an output of the driving shaft mechanically combined with this output shaft and this revolving shaft to power is possible (a). The process which sets up said internal combustion engine's output torque according to the demand power required of this power output unit, (b) So that the power outputted from said driving shaft may be in agreement with said demand power Process which carries out feedback control of said motor generator (c) The control approach equipped with the process which makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator regardless of said feedback control when said internal combustion engine's output torque is 0 substantially.

[Claim 7] It is the control approach according to claim 6. (a1) The process which detects the parameter about the operational status of said power output unit, (a2) It has the process which judges whether it results in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided, based on this parameter. Said process (c) The control approach which said internal combustion engine's output torque is 0 substantially, and is the process which sets the output torque of said motor generator as abbreviation 0 when judged with not resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided.

[Claim 8] It has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft. Said output shaft, The 1st set torque means which sets up said internal combustion engine's output torque according to the demand power which is the hybrid car with which the revolving shaft and the axle with which it had the wheel were mechanically combined through planetary gear, and was required of this car, The control means which carries out feedback control of said motor generator so that the power outputted from said axle may be in agreement with said demand power, When judged with a judgment means to judge whether said wheel locks, and said internal combustion engine's output torque being 0 substantially, and said wheel not locking A hybrid car equipped with the 2nd control means which is not concerned with control by said control means, but makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator and to set up.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention is equipped with an internal combustion engine and a motor generator, and relates to a hybrid car at the power output unit with which an internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of a motor generator, and the driving shaft were combined mechanically, and its control approach list.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the hybrid car equipped with an internal combustion engine and a motor generator is proposed. Various configurations are proposed as this hybrid car, and a parallel hybrid car is in one of them. By the parallel hybrid car, the both sides of an internal combustion engine's power and the power of a motor can be transmitted to an axle. The example of a configuration of a parallel hybrid car is shown in drawing 1.

[0003] By the hybrid car of drawing 1, it has an engine 150 and motor generators MG1 and MG2. Three persons are mechanically combined through planetary gear 120. Planetary gear 120 have three revolving shafts combined with each gear which it is also called an epicyclic gear and is shown below. The gears which constitute planetary gear 120 are the planetary pinion gear 123 which revolves around the sun while rotating the circumference of the sun gear 121 which rotates at the core, and a sun gear, and the ring wheel 122 further rotated on the periphery. The planetary pinion gear 123 is supported to revolve by the planetary carrier 124. The engine 150 is combined with the planetary carrier 124 by the hybrid car of drawing 1. The motor generator MG 1 is combined with the sun gear 121. The motor generator MG 2 is combined with the ring wheel 122. The ring wheel 122 is combined with the axle 112 with the chain belt 129.

[0004] In order to explain fundamental actuation of this hybrid car, actuation of planetary gear 120 is explained first. Planetary gear 120 have the property in which the rotation condition of a residual revolving shaft is decided, if the rotational frequency and torque (both are hereafter called the rotation condition collectively) of two revolving shafts are determined among three revolving shafts mentioned above. Although it can ask for the relation of the rotation condition of each revolving shaft by the formula of common knowledge on device study, it can also ask for it geometrically with drawing called a nomograph.

[0005] An example of a nomograph is shown in drawing 2. The axis of ordinate shows the rotational frequency of each revolving shaft. The axis of abscissa shows the gear ratio of each gear with distance-relation. Let the location C which divides interiorly between a location S and locations R for the sun gear shaft 125 (S in drawing), and the ring wheel shaft 126 (R in drawing) to 1:rho for both ends be the location of the planetary carrier shaft 127. rho is the ratio of the number of teeth (Zs) of a sun gear 121 to the number of teeth (Zr) of a ring wheel 122. In this way, the rotational frequencies Ns, Nc, and Nr of the revolving shaft of each gear are plotted in the defined locations S, C, and R. Planetary gear 120 have the property in which three points plotted in this way are surely located in a line in a straight line. This straight line is called a collinear of operation. A collinear of operation will be uniquely decided, if two points are decided. Therefore, it can ask for the rotational frequency of a residual revolving shaft from the rotational frequency of two revolving shafts among three revolving shafts by using a collinear of operation.

[0006] Moreover, in planetary gear 120, when the torque of each revolving shaft is transposed to the force committed to a collinear of operation and is shown, the collinear of operation has the property in which balance is maintained as the rigid body. As an example, torque which acts on the planetary carrier shaft 127 is set to Te. The force of the magnitude equivalent to Torque Te is made to act on a collinear of operation upwards from under a vertical in a location C as shown in drawing 2 at this time. The direction made to act becomes settled according to the direction of Torque Te. Moreover, the torque Tr outputted from the ring wheel shaft 126 is made to act on a collinear of operation downward from on a vertical in a location R. Tes in drawing and Ter distribute Torque Te to two equivalent force based on the distributive law of the force which acts on the rigid body. "Tes=rho / (1+rho) x Te", and "Ter=1/(1+rho) x Te" There is unrelated relation. If the conditions that the nomograph of operation has taken balance as the rigid body are taken into consideration after the above force has acted, the torque Tm1 which should act on the sun gear shaft 125, and the torque Tm2 which should act on a ring wheel shaft can be searched for. Torque Tm1 becomes equal to Torque Tes, and torque Tm2 becomes equal to the difference of Torque Tr and Torque Ter.

[0007] While the engine 150 combined with the planetary carrier shaft 127 is rotating, a sun gear 121 and a ring wheel 122 can be rotated in the state of various rotations under the conditions with which are satisfied of the above-mentioned conditions about a collinear of operation. While the sun gear 121 is rotating, it is possible to generate electricity with a motor generator MG 1 using the rotational motion force. While the ring wheel 122 is rotating, it is possible to transmit the power outputted from the engine 150 to an axle 112. By the hybrid car which has the configuration shown in drawing 1, the power outputted from the engine 150 is distributed to the power revived as the power to which it is mechanically transmitted by the axle, and power, and it can run, outputting desired power by acting as the power running of the motor generator MG 2 using the power revived further.

[0008] Moreover, by the above-mentioned hybrid car, since the power of motor generators MG1 or MG2 can be outputted from an axle 112, it can also run only using the power outputted by these motor generators. Therefore, even if a car is running, the engine 150 has stopped or has the so-called thing [carrying out idle operation]. Such a description is the description common not only to the hybrid car shown in drawing 1 but a parallel hybrid car.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the hybrid car mentioned above, the case where it is running while an engine 150 carries out halt or idle operation is considered. At this time, the torque outputted from an engine 150 is 0 substantially. If the desired value of the vehicle speed and the rotational frequency of an engine 150 is decided, with the nomograph of drawing 2, the target rotational frequency of a motor generator MG 1 will be decided. A motor generator MG 1 outputs torque required in

order to maintain a target rotational frequency by the so-called proportional-plus-integral control (PI control). A sensor detects the rotational frequency in this time, and if lower than a target rotational frequency, the forward torque for increasing a rotational frequency will be outputted. Conversely, if higher than a target rotational frequency, the load for reducing a rotational frequency will be covered. On the other hand, control of throttle opening or fuel oil consumption is performed so that an engine 150 may also maintain predetermined idle rpm.

[0010] However, a detection error may be included in the rotational frequency of the motor generator MG 1 detected by the rotational frequency sensor, or fluctuation resulting from vibration of a car, the backlash between gears, etc. may be included. Moreover, the rotational frequency of an engine 150 also repeats fluctuation. Therefore, when the above-mentioned control was performed, the current for correcting fluctuation of a rotational frequency to a motor generator MG 1 was in the condition of having almost always flowed. A motor generator MG 1 consumes or revives power with this control especially. When power was not substantially outputted from an engine 150 and it continued consuming power, lack of the power which the dc-battery stored electricity was caused, and the dc-battery may have been overcharged when having continued reviving power conversely. Even if it was the case where the engine 150 had stopped, the phenomenon mentioned above may have arisen by controlling a motor generator 150 based on vibration of a car etc. Moreover, in spite of having not rotated an engine 150 depending on the case, motoring of the engine 150 may have been carried out with the motor generator MG 1.

[0011] Moreover, the engine speed detected by the sensor used for control of a motor generator MG 1 and the engine speed detected by the sensor used for control of an engine 150 may not necessarily be able to take adjustment. This mismatching is produced by a difference of the property of both sensor, or difference of the detection period of a rotational frequency. By this mismatching, consuming power might be continued with a motor generator MG 1, and the phenomenon which it continues reviving might arise. For example, the case where the rotational frequency of the detected motor generator MG 1 is higher than a target rotational frequency is considered. At this time, a motor generator MG 1 is controlled to reduce a rotational frequency by regeneration operation. Suppose that the engine speed of the engine 150 detected on the other hand when completed as the target engine speed by the engine speed of a motor generator MG 1 is lower than a target engine speed. An engine 150 performs control for increasing a rotational frequency. Consequently, the rotational frequency of a motor generator MG 1 becomes higher than a target rotational frequency, and performs regeneration operation again. By the repeat of control of both sides, a motor generator MG 1 will continue carrying out regeneration operation. Such a phenomenon was one of the technical problems by the mutual intervention of the control of a motor generator MG 1 and the control of an engine 150 based on the mismatching of the detection result of a sensor.

[0012] Furthermore, the phenomenon shown below as a technical problem by the mutual intervention of control of both might arise. Since it usually comes out that a time lag generally follows on control and there is, the operational status of a motor generator MG 1 cannot fully follow in footsteps to fluctuation of the rotational frequency of an engine 150. This control delay leads to fluctuation of the rotational frequency of an engine 150. When idle operation of the engine 150 is carried out, it is controlled so that the rotational frequency turns into predetermined idle rpm. Naturally a time lag arises also in this control. Therefore, operation of an engine 150 might become very unstable by the interaction of the time lag of the control in a motor generator MG 1, and the time lag in control of an engine 150. For example, as a result of outputting torque forward with a motor generator MG 1, when the engine speed of an engine 150 became larger than idle rpm, the fuel oil consumption of an engine 150 was reduced and it should converge on predetermined idle rpm, but when the torque of a motor generator MG 1 fell to coincidence, the engine speed might fall below to idle rpm.

[0013] By the conventional hybrid car, when feedback control of the motor generator MG 1 was carried out in the condition that torque is not outputted substantially, from an engine 150, it was found out that the various technical problems mentioned above arise. This technical problem is a technical problem common to the hybrid-type power output unit with which the output shaft of not only a hybrid car but the internal combustion engine which has the configuration shown in drawing 1, the revolving shaft of a motor generator, and the driving shaft were combined mechanically.

[0014] This invention is made in order to solve this technical problem, and it aims at offering the equipment in which operation stabilized even when torque was not substantially outputted from an internal combustion engine is possible, or the control approach about the hybrid-type power output unit with which an internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of a motor generator, and the driving shaft were combined mechanically. Moreover, it aims at offering the hybrid car which applied this power output unit.

[0015]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] In order to solve a part of above-mentioned technical problem [at least], the following configurations were taken in this invention. The power output unit of this invention in the pivotable condition at a different rotational frequency which has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft, and had said output shaft and correlation at least A set torque means to set up said internal combustion engine's output torque according to the demand power which is the power output unit in which an output is possible, and was demanded in power from the driving shaft mechanically combined with this output shaft and this revolving shaft. As the power outputted from said driving shaft is in agreement with said demand power, when the control means which carries out feedback control of said motor generator, and said internal combustion engine's output torque are 0 substantially. Let it be a summary to have the 2nd control means which is not concerned with control by said control means, but makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator.

[0016] In the power output unit of the above-mentioned invention, when an internal combustion engine's output torque is 0 substantially, the output torque of a motor generator is set as the predetermined value of abbreviation 0 instead of feedback control. When an internal combustion engine's output torque is substantially set to 0, the case where the internal combustion engine has stopped, for example, and self-sustaining and the so-called case where idle operation is being carried out are mentioned [*****]. In this case, it is avoidable for a motor generator to carry out power running, or to carry out regeneration operation by what the output torque of a motor generator is considered as abbreviation 0 for. Therefore, the various technical problems accompanying control of a motor generator are avoidable. For example, the phenomenon in which originate in the mutual intervention of control of an internal combustion engine and control of a motor generator, and the operational status of a power output unit becomes unstable is avoidable. Moreover, when the power output unit is equipped with the dc-battery which exchanges a motor generator and power, overcharge and overdischarge of this dc-battery can be avoided.

[0017] In the power output unit of this invention, it is based on the operational status of said power output unit. It has a judgment means to judge whether it results in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided. Said 2nd control means Said internal combustion engine's output torque shall be 0 substantially, and when judged with not

resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided, it shall be a means to make the output torque of said motor generator abbreviation 0, and to operate this motor generator.

[0018] In this power output unit, when judged with not resulting in the operational status by which an internal combustion engine's operational status should be avoided, it has restricted making the output torque of a motor generator into a value 0. The operational status to which an internal combustion engine's rotational frequency serves as low rotation very much, for example, and rotation becomes unstable as operational status which should be avoided, the inversion condition rotated to hard flow, twist resonance, etc. are mentioned. The resonance phenomena which produce twist resonance by the interaction of the twist vibration by the damper formed in the path which the power outputted by the internal combustion engine is delivered, and rotation of an internal combustion engine are said. By taking into consideration an internal combustion engine's operational status, the power output unit of this invention makes realizable operation by which the whole equipment was stabilized more. The advantage in consideration of these conditions is explained by the configuration 120 shown in drawing 1, i.e., planetary gear, taking the case of the power output unit with which the engine 150 equivalent to an internal combustion engine, and MG1 equivalent to a motor generator and the axle equivalent to a driving shaft were combined mechanically.

[0019] The operational status of the power output unit which has this configuration is expressed with the nomograph illustrated to drawing 2 as already explained. An engine 150 shows self-sustaining, i.e., the nomograph in the case of carrying out idle rotation, to drawing 3. A rotational frequency nickel is plotted by the location C of the planetary carrier shaft 127 as it illustrates, when the engine 150 is rotating with idle rpm nickel. The operational status of the thing which the axle 126, i.e., a ring wheel shaft, is rotating normally at the predetermined rotational frequency, then a power output unit is expressed by the collinear of operation shown as a continuous line in drawing 3. If the case where the power output unit is applied to the hybrid car is assumed, this operational status is equivalent to the condition that the car is carrying out driving down slope. When it is in the operational status which requires a power output unit, as for a motor generator, it is desirable as above-mentioned to make an output torque into a value 0.

[0020] Next, the case where the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 decreases rapidly in this condition is considered. For example, the case where a rotational frequency becomes a value 0 as shown in drawing 3 is considered. When the output torque of a motor generator is maintained to abbreviation 0 under these conditions, since inertia of a motor generator is comparatively large, a rotational frequency is not changed rapidly. Therefore, a collinear of operation shifts to the condition which shows with the broken line in drawing 3. That is, the rotational frequency of the planetary carrier shaft 127 150, i.e., an engine, falls. Generally, at a low rotational frequency, an internal combustion engine is stabilized and cannot operate. Moreover, when the damper is formed in the transfer path of power and the internal combustion engine is rotating comparatively at a low speed, producing resonance phenomena by the interaction with this damper is known. When an internal combustion engine's rotational frequency falls with change of the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 as shown in drawing 3, an internal combustion engine's rotational frequency may go into this resonance field, and operation may become unstable.

[0021] Such resonance phenomena may be produced also when the internal combustion engine has stopped. Drawing 4 shows the nomograph when the ring wheel shaft 126 is reversed, with an internal combustion engine stopped as the continuous line. By the hybrid car, when going astern, it corresponds. The broken line in drawing 4 shows a nomograph when the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 is set to 0 under this situation. An internal combustion engine's rotational frequency increases and it may go into a resonance field as illustrated.

[0022] Moreover, an internal combustion engine's inversion may be produced. Drawing 5 shows the nomograph when the ring wheel shaft 126 is rotating normally as the continuous line, when the internal combustion engine has stopped. The broken line in drawing 5 shows a nomograph when the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 is set to 0 under this situation. An internal combustion engine's rotational frequency may decrease and an inversion may be begun as illustrated. If the various phenomena in which it explained above are the power output units combined pivotable after the rotational frequency of a driving shaft and an internal combustion engine's rotational frequency had had correlation, they may be similarly produced in the power output unit which consisted of not only a power output unit but other integrated states which have the configuration shown in drawing 1.

[0023] In an above-mentioned power output unit, an internal combustion engine's operational status is also taken into consideration, and the output torque of a motor generator is set as a value 0. For example, since the torque of a motor generator can be controlled and the rotational frequency of a motor generator can be changed when it is judged that resonance arises, an internal combustion engine's resonance is avoidable. Therefore, according to the above-mentioned power output unit, the power output unit of this invention becomes realizable [operation stabilized when an internal combustion engine's output torque was 0 substantially].

[0024] In addition, the judgment of whether an internal combustion engine's operational status resulted in such a condition is also already included in the judgment of whether to result in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided. In the power output unit of the above-mentioned invention, when it is in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided, and predetermined carries out feedback control of the motor generator, it can control piling up in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided.

[0025] Various approaches shall be possible for the judgment approach of whether to result in the operational status by which an internal combustion engine's operational status should be avoided, for example, said judgment means shall be equipped with an input means by which said judgment means inputs the rotational frequency of said driving shaft, and a means to judge whether it results in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided based on this rotational frequency.

[0026] The operational status which should be avoided about an internal combustion engine has resonance, an inversion, etc. as explained previously. All can be judged based on an internal combustion engine's rotation condition. Since an internal combustion engine's rotation condition and the rotation condition of a driving shaft have correlation, an internal combustion engine's operational status can also be judged based on the rotation condition of a driving shaft. According to the judgment means illustrated above, an internal combustion engine's operational status can be judged based on the rotational frequency of a driving shaft. The fluctuation of the rotational frequency of a driving shaft of resulting in the condition that operation of an internal combustion engine should be avoided is the cause in many cases as shown in drawing 3 - drawing 5. Therefore, based on the rotational frequency of a driving shaft, there are a thing which judges an internal combustion engine's operational status, then an advantage whose suitable decision which suppressed the time lag to the minimum is attained. Since a time lag will arise by the time it originates in change of the rotational frequency of a driving shaft and change of an internal combustion engine's rotational frequency arises when the damper is formed in the transfer path of power, the approach of judging an internal combustion

engine's operational status based on the rotational frequency of a driving shaft has high effectiveness especially in a power output unit with a damper.

[0027] In addition, with the judgment means based on the rotational frequency of a driving shaft, the rotational frequency of a driving shaft can make it a decision criterion whether to be in the predetermined range. This predetermined rotational frequency can be set up experimentally or analytically by asking for the rotational frequency of the driving shaft at the time of being in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided, based on correlation with the rotational frequency of a driving shaft, and an internal combustion engine's rotational frequency. In addition, it is good also as what is judged based on the rate of change of the rotational frequency of a driving shaft etc.

[0028] Moreover, said judgment means shall be a means to judge with resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided after said rotational frequency separates from the range where this judgment is materialized once it is judged with resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided, further until a predetermined period passes.

[0029] Immediately after the rotational frequency of a driving shaft separates from said predetermined range, possibility of resulting in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided again is high. Therefore, possibility of resulting in the condition that an internal combustion engine's operational status should be avoided can be more certainly avoided by taking the above-mentioned configuration.

[0030] The various cases also as mechanical association in this invention shall be considered, for example, said internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of said motor generator, and said driving shaft shall be mechanically combined through planetary gear.

[0031] In this case, the three above-mentioned revolving shafts do not necessarily need to be combined with three revolving shafts of planetary gear by 1 to 1. For example, it may be combined with planetary gear after direct coupling of the revolving shaft of a motor generator is carried out to an internal combustion engine's output shaft. The power output unit of this invention may combine mechanically an internal combustion engine's output shaft, the revolving shaft of a motor generator, and a driving shaft with a belt, a chain, etc. other than planetary gear, and may constitute.

[0032] The concept of this invention explained above is realizable in various modes. This invention is also realizable as invention of the control approach of a power output unit as shown below. In the pivotable condition at a different rotational frequency which has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft, and had said output shaft and correlation at least It is the control approach of the power output unit in which an output of the driving shaft mechanically combined with this output shaft and this revolving shaft to power is possible (a). The process which sets up said internal combustion engine's output torque according to the demand power required of this power output unit, (b) So that the power outputted from said driving shaft may be in agreement with said demand power Process which carries out feedback control of said motor generator (c) When said internal combustion engine's output torque is 0 substantially, it is the control approach equipped with the process which makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator regardless of said feedback control.

[0033] Moreover, it sets to this control approach. (a1) The process which detects the parameter about the operational status of said power output unit, (a2) It has the process which judges whether it results in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided, based on this parameter. Said process (c) Said internal combustion engine's output torque shall be 0 substantially, and when judged with not resulting in the condition that said internal combustion engine's operational status should be avoided, it shall be the process which sets the output torque of said motor generator as abbreviation 0.

[0034] Invention of the hybrid car shown below can also be constituted using the power output unit of this invention. It has the internal combustion engine which has an output shaft, and the motor generator which has a revolving shaft. Said output shaft, The 1st set torque means which sets up said internal combustion engine's output torque according to the demand power which is the hybrid car with which the revolving shaft and the axle with which it had the wheel were mechanically combined through planetary gear, and was required of this car, The control means which carries out feedback control of said motor generator so that the power outputted from said axle may be in agreement with said demand power, When judged with a judgment means to judge whether said wheel locks, and said internal combustion engine's output torque being 0 substantially, and said wheel not locking It is a hybrid car equipped with the 2nd control means which is not concerned with control by said control means, but makes the output torque of said motor generator abbreviation 0, and operates this motor generator and to set up.

[0035] The driving shaft of the power output unit explained previously is equivalent to the axle of a hybrid car. Therefore, an internal combustion engine's operational status can be judged based on the rotational frequency of an axle. The case where the rotational frequency of an axle is abbreviation 0 is in the locked condition which was mentioned above. In addition, you may not necessarily judge whether the wheel locked or not at the rotational frequency of an axle. for example, since it usually comes out that the torque of an axle falls and there is when the wheel locks, it does not matter as what is judged based on torque. Moreover, it is also possible to use the output from this system by the car in which systems which are performing control based on the existence of the lock of a wheel, such as the so-called anti-lock brake system, were carried separately.

[0036]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example.

(1) The configuration of an example : first, explain the configuration of the hybrid car which applied the power output unit as an example of this invention using drawing 1 . The power network of this hybrid car consists of the next configuration. The engine 150 as a prime mover with which the power network was equipped is the usual gasoline engine, and rotates a crankshaft 156. Operation of an engine 150 is controlled by EFIECU170. EFIECU170 is a one-chip microcomputer which has CPU, ROM, RAM, etc. inside, and performs control of the charge of fuel injection and others of an engine 150 according to the program, to which CPU was recorded on ROM. Although illustration was omitted, in order to enable these control, the various sensors in which the operational status of an engine 150 is shown are connected to EFIECU170.

[0037] Otherwise, the power network is equipped with motors MG1 and MG2. Motors MG1 and MG2 are constituted as a synchronous motor generator, and are equipped with Rota 132,142 which has two or more permanent magnets in a peripheral face, and the stator 133,143 around which the three phase coil which forms rotating magnetic field was wound. The stator 133,143 is being fixed to the case 119. The three phase coil wound around the stator 133,143 of motors MG1 and MG2 is connected to the dc-battery 194 through the drive circuit 191,192, respectively. The drive circuit 191,192 is the transistor inverter equipped with the transistor as a switching element by 2 set [1] for every phase. The drive circuit 191,192 is connected to the control unit 190. If the transistor of the drive circuit 191,192 is switched by the control signal from a control

unit 190, a current will flow between a dc-battery 194 and motors MG1 and MG2. Motors MG1 and MG2 can also operate as a motor which carries out a rotation drive in response to supply of the power from a dc-battery 194, when Rota 132,142 is rotating according to external force (this operational status is hereafter called power running), can function as a generator which makes the both ends of a three phase coil produce electromotive force, and can also charge a dc-battery 194 (this operational status is hereafter called regeneration).

[0038] An engine 150 and motors MG1 and MG2 are mechanically combined through planetary gear 120, respectively. Planetary gear 120 consist of planetary carriers 124 which have a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary pinion gear 123. By the hybrid car of this example, the crankshaft 156 of an engine 150 is combined with the planetary carrier shaft 127 through the damper 130. The damper 130 is formed in order to absorb twist vibration produced in a crankshaft 156. Rota 132 of a motor MG 1 is combined with the sun gear shaft 125. Rota 142 of a motor MG 2 is combined with the ring wheel shaft 126. Rotation of a ring wheel 122 is transmitted to an axle 112 and Wheels 116R and 116L through a chain belt 129.

[0039] It is as having explained actuation of planetary gear 120 using the nomograph of drawing 2. The hybrid car of this example can run in the various condition based on an operation of planetary gear 120. For example, if an engine 150 is operated and the planetary carrier shaft 127 is rotated, the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 will rotate a passage clear from the nomograph of drawing 2. The power by rotation of the ring wheel shaft 126 is transmitted to Wheels 116R and 116L as it is. The power by rotation of the sun gear shaft 125 can be revived as power by the motor MG 1. On the other hand, if it acts as the power running of the motor MG 2, power can be outputted to Wheels 116R and 116L through the ring wheel shaft 126. When the torque transmitted to the ring wheel shaft 126 from an engine 150 runs short, torque is assisted by acting as the power running of the motor MG 2. The power stored in the power and the dc-battery 149 which were revived by the motor MG 1 is used for the power for acting as the power running of the motor MG 2. If operation of motors MG1 and MG2 is controlled, the power outputted from the engine 150 can be changed into various rotational frequencies and the rotation condition of torque, and it can output to an axle 112.

[0040] Moreover, the hybrid car of an example may run, where an engine 150 is suspended. Where [comparatively low speed] transit is begun, while the car had suspended the engine 150, it transmits and runs power to an axle 112 by acting as the power running of the motor MG 2. It may run carrying out idle operation of the engine 150 similarly.

[0041] By the way, by the hybrid car of this example, the fixed limit is prepared between the vehicle speed of a car, and the rotational frequency of an engine 150. This limit is shown in drawing 6. According to the rotational frequency of an engine 150, the range of the vehicle speed it can run is restricted as shown in the usable field in drawing. This limit is due to the mechanical limit about the rotational frequency of each gear of planetary gear 120. For example, when the car is running in the condition that the engine 150 has stopped, a collinear of operation will be in the condition which showed in drawing 5. By planetary gear, since gear ratio ρ is smaller than 1, it rotates a sun gear 121 at a rotational frequency higher than the rotational frequency of a ring wheel 122. If the rotational frequency of a ring wheel 122 becomes still larger, depending on the case, the rotational frequency of a sun gear 121 may exceed a mechanical limitation. When the engine 150 is rotating as shown in drawing 3 even if it is the case where it is running with the same vehicle speed, the rotational frequency of a sun gear 121 becomes low according to it. Thus, based on the principle of operation of planetary gear 120, the limit shown in drawing 6 is prepared between the rotational frequency of an engine 150, and the vehicle speed by the hybrid car of this example. The hybrid car of this example may run based on this limit, carrying out idle operation of the engine 150, even if it is the case where the output from an engine 150 is not required.

[0042] The whole operation of the power output unit of an example is controlled by the control unit 190. A control unit 190 is a one-chip microcomputer which has CPU, ROM, RAM, etc. inside like EFIECU170. The control unit 190 is connected with EFIECU170, and both can transmit various information mutually. A control unit 190 can control operation of an engine 150 indirectly by transmitting information which is needed for control of an engine 150, such as a torque command value and a command value of an engine speed, to EFIECU170. The control unit 190 is controlling operation of the whole power output unit in this way. In order to realize this control, the sensor 144 for getting to know various sensors, for example, the rotational frequency of an axle 112, etc. is formed in the control unit 190. Since it is combined mechanically, in this example, the ring wheel shaft 126 and an axle 112 form the sensor 144 for getting to know the rotational frequency of an axle 112 in the ring wheel shaft 126, and are using it as the sensor for controlling rotation of a motor MG 2 in common.

[0043] (2) Explain torque control processing; next the torque control processing in this example. The processing which outputs the power which torque control processing controls an engine 150 and motors MG1 and MG2, and consists of the torque and the rotational frequency which were demanded from a driving shaft 112 is said. The flow chart of the torque control processing in this example is shown in drawing 7. By CPU in a control unit 190 (only henceforth CPU), this routine is repeatedly performed by the timer interrupt for every predetermined time.

[0044] If a torque control manipulation routine is started, CPU will set up target rotational frequency Nd^* of an axle 112, and target torque Td^* (step S100). Target rotational frequency Nd^* and torque Td^* are set up according to the current vehicle speed, the amount of treading in of an accelerator, etc. Although illustration was omitted in the flow chart, in this processing, CPU has read these amounts of many.

[0045] Next, CPU sets up demand power Pe^* of an engine 150 (step S110). Demand power Pe^* of an engine 150 is called for by total with the transit power called for by the product of target engine-speed Nd^* of an axle 112, and torque Td^* , the power by which charge and discharge are carried out from a dc-battery 194, and the power which the drive of auxiliary machinery takes. For example, when it is necessary to discharge excessive power from a dc-battery 194, demand power Pe^* to an engine 150 can be decreased that much. Moreover, to operate auxiliary machinery, such as an air-conditioner, it is necessary to output too much the power which is equivalent to the power for auxiliary machinery besides transit power from an engine 150.

[0046] In this way, if demand power Pe^* to an engine 150 is set up, CPU will set up the operation point of an engine 150, i.e., target rotational frequency Ne^* , and target torque Te^* (step S120). The operation point of an engine 150 is set up by choosing from a map the operation point with which operation effectiveness becomes the best fundamentally.

[0047] The operation point of an engine 150 and the relation of operation effectiveness are shown in drawing 8. The curve B in drawing shows the rotational frequency which can operate an engine 150, and the threshold value of torque. It is an effectiveness line that the curve shown at $\alpha 1\%$, $\alpha 2\%$, etc. in drawing 8 becomes respectively fixed [the effectiveness of an engine 150] etc., and it is shown that effectiveness becomes low at order ($\alpha 1\%$ and $\alpha 2\%$). An engine 150 has high effectiveness on the operation point limited comparatively, and effectiveness falls gradually on the operation point of the perimeter as shown in drawing 8.

[0048] The curve shown by C1-C1, C2-C2, and C3-C3 is a curve with the fixed power outputted from an engine 150 among

drawing 8, and the operation point of an engine 150 will be chosen on these curves according to demand power. The condition that demand power is low is shown in order of C1-C1, C2-C2, and C3-C3. For example, when demand power Pe^* to an engine 150 is equivalent to the power expressed with curvilinear C1-C1, the operation point of an engine 150 is set as A1 point to which operation effectiveness becomes the highest on Ccurvilinear C1-1. On C2-C2 curve, the operation point is similarly chosen as A2 point at A3 point on C3-C3 curve. The rotational frequency of an engine 150 and the relation of operation effectiveness on Ccurvilinear C1-C1, C2-C2, and C3-C3 are shown in drawing 9. In addition, for convenience, although three of drawing 8 are illustrated, the curve in drawing 9 is a curve of explanation which can be innumably drawn according to a demand output, and can choose the operation point A1 point of an engine 150 etc. innumably. Thus, the curve drawn by connecting the point that the operation effectiveness of an engine 150 is high is the curve A in drawing 8, and calls this a performance curve.

[0049] When demand power Pe^* of an engine 150 is a value 0, an engine 150 will be in a halt or idle operational status. For example, it corresponds to the run state which requires the case where a hybrid car runs only under the power from a motor MG 2, the time of driving down slope, etc. About whether an engine 150 stops or it becomes idle operation, it is set up based on various conditions. Based on the limit previously explained by drawing 6, idle operation of the engine 150 is carried out with the comparatively high vehicle speed. Moreover, idle operation is carried out when it is judged that warming up of an engine 150 is required.

[0050] Based on the operation point of the engine 150 set up by the above processing, CPU sets up target rotational frequency $N1^*$ of a motor MG 1, and torque $T1^*$ (step S130). Since target rotational frequency $N1^*$ of an engine 150 127, i.e., a planetary carrier shaft, and target rotational frequency Nd^* of an axle 112 126, i.e., a ring wheel shaft, are set up, target rotational frequency $N1^*$ of the sun gear shaft [1] 125 MG, i.e., a motor, can be set up with the nomograph of drawing 2. Of course, at step S130, target rotational frequency $N1^*$ of a motor MG 1 is set up by the predetermined proportion equation drawn from the nomograph of drawing 2.

[0051] Although target torque $T1^*$ of a motor MG 1 is fundamentally set up by the so-called proportional-plus-integral control, in this example, target torque $T1^*$ is set up in consideration of further many conditions. The flow chart of setting processing of target torque $T1^*$ of a motor MG 1 is shown in drawing 10.

[0052] In this processing, engine target torque Te^* is inputted first (step S150). This target torque Te^* is the value set up at step S120 of drawing 7. Next, the rotational frequency Nd of an axle 112 is read (step S152). This rotational frequency can be read by the rotational frequency sensor 144 shown in drawing 1. In this example, the rotational frequency sensor 144 has detected the rotational frequency of the ring wheel shaft 126. By the gear ratio of the gear by which it is placed in fact between the transfer paths of the power to the ring wheel shaft 126 empty-vehicle shaft 112 etc., although the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 and the rotational frequency of an axle 112 are not in agreement, they do not interfere.

[0053] It judges whether the absolute value of CPU of the inputted rotational frequency Nd is smaller than the predetermined value α (step S154). Although the axle 112 was locked by this processing, it judges whether it is no. The predetermined value α is a value used as the criteria which judge whether the axle 112 was locked, and can be set up in consideration of the gear ratio of the gear by which it is placed between the transfer paths of power etc. It judges in the absolute value of a rotational frequency Nd for performing an appropriate judgment on the both sides of advance and go-astern. There is fixed width of face in the field to which an engine 150 produces resonance as shown in drawing 3. Therefore, as for the predetermined value α , it is desirable to set up by the width of face according to the width of face of a resonance field. On these specifications, the case where the absolute value of a rotational frequency Nd is smaller than the predetermined value α of explanation is called for convenience the case where an axle 112 is locked. Even when the axle 112 is rotating to some extent depending on the value of α , it may correspond to the lock condition said to this specification.

[0054] When the absolute value of a rotational frequency Nd is smaller than the predetermined value α (i.e., when it is judged that the axle 112 is locked), target torque $T1^*$ of a motor MG 1 is set up by PI control (step S160). Target torque $T1^*$ is set up based on the current rotational frequency of a motor MG 1, and deflection with above-mentioned target rotational frequency $N1^*$. When a current rotational frequency is lower than target rotational frequency $N1^*$, target torque $T1^*$ becomes forward torque, and when reverse, it becomes negative torque. The gain used in case torque $T1^*$ is set up can be set up by experiment etc.

[0055] a ***** [that the engine 150 has stopped CPU when the absolute value of a rotational frequency Nd is larger than the predetermined value α (i.e., when it is judged that the axle 112 does not lock)] (step S156) — and it judges whether idle operation is carried out (step S158). When you judge that an engine 150 is [under / a halt / or idle] under operation, let target torque $T1^*$ of a motor MG 1 be a value 0 (step S162). It is not, either and an engine 150 is not stopping, either, and when judged also with it not idle being [be / it] under operation, either, target torque $T1^*$ of a motor MG 1 is set up by PI control (step S160). If target torque $T1^*$ of a motor MG 1 is set up by the above, a target torque $T1^*$ setting manipulation routine will be ended, and it will return to a torque control routine.

[0056] CPU sets up the operation point of a motor MG 2, i.e., target rotational frequency $N2^*$, and target torque $T2^*$ based on the operation point of the engine 150 set up by the above processing, and the operation point of a motor MG 1 (step S200). The target rotational frequency of a motor MG 2 is set up based on the nomograph of drawing 2. That is, target rotational frequency $N2^*$ is equal to target rotational frequency Nd^* of the ring wheel shaft 126. Moreover, target torque $T2^*$ is set up by PI control.

[0057] In this way, according to the set-up operation point, CPU controls operation of motors MG1 and MG2 and an engine 150 (step S210). The electrical potential difference impressed to the three phase coil of each motor according to the target rotational frequency and target torque which were set up is set up, and control of motors MG1 and MG2 switches the transistor of the drive circuit 191,192 according to deflection with the applied voltage in this time. About the approach of controlling a synchronous motor, since it is common knowledge, detailed explanation is omitted here.

[0058] Since the control processing for operating on the set-up operation point also about an engine 150 is common knowledge, it omits explanation here. However, EFIECU170 actually controls an engine 150. Therefore, in the processing in step S700 in a torque control routine, processing which transmits required information, such as the operation point of an engine 150, to EFIECU170 from a control unit 190 is performed. CPU of a control unit 190 controls operation of an engine 150 indirectly by transmitting this information. In addition, when the engine 150 is carrying out idle operation, the engine speed is controlled to maintain the idle rpm set up according to the water temperature of an engine 150 in the range of 1000rpm - 1300rpm.

[0059] According to the power output unit explained above, based on fluctuation of the rotational frequency of the motor MG 1 which originates in fluctuation of the rotational frequency of an engine 150, vibration of a power output unit, etc., and is produced, it is avoidable by setting target torque $T1^*$ of a motor MG 1 to 0 during a halt of an engine 150 and idle operation that a motor MG 1 carries out power running, or carries out regeneration operation. Moreover, the phenomenon in which operation of

an engine 150 becomes unstable is avoidable with the interaction of control of an engine 150 and control of a motor MG 1. Moreover, it is avoidable with operation of a motor MG 1 that overcharge and overdischarge of a dc-battery 194 arise. In addition, this effectiveness can be acquired even when the judgment in step S154 of drawing 10, i.e., the judgment of whether the wheel locks, is omitted in the above-mentioned example.

[0060] Moreover, in the above-mentioned example, when the axle 112 locks as drawing 10 showed, even if an engine 150 is halt or idle operating, torque T1* of a motor MG 1 is set up by PI control (step S160). For example, an engine 150 considers the case where the car is running by idle operational status as shown in drawing 3. When a wheel locks and the rotational frequency of the ring wheel shaft 126 falls as explained previously, if the torque of a motor MG 1 is a value 0, a nomograph will be in the condition which showed with the broken line in drawing 3. At this time, the rotational frequency of an engine 150 becomes unstable [operation of a power output unit] in order to go into a resonance field. In the power output unit of this example, the torque which was set up based on the nomograph from the motor MG 1 in this case, i.e., the torque which maintains the rotational frequency of an engine 150, is outputted. Therefore, a nomograph becomes like the alternate long and short dash line in drawing 3, and the rotational frequency of an engine 150 is not changed. Consequently, in this example, it is stabilized and a power output unit can be operated. Moreover, it can be made to break away promptly, even if the rotational frequency of an engine 150 goes into a resonance field, without piling up in a resonance field.

[0061] When going astern, with an engine suspended and an axle 112 locks (drawing 4), or when moving forward and an axle 112 locks (drawing 5), an engine 150 can prevent going into a resonance field or reversing by outputting torque from a motor MG 1 similarly.

[0062] In addition, in this example, in target torque T1* setting processing of drawing 10, when the axle 112 locks, predetermined torque shall be outputted from the motor MG 1 (steps S154 and S160). If an engine 150 is released from a lock condition, once an axle 112 locks during a halt or idle operation, torque T1* of a motor MG 1 will become a value 0 immediately. On the other hand, predetermined torque can be outputted from a motor MG 1 after the axle 112 was released from the lock condition until a predetermined period passes. Since possibility of going into a lock condition again is high immediately after releasing an axle 112 from a lock condition, operation stabilized more is realizable by outputting torque from a motor MG 1 until the rotational frequency of an axle 112 is stabilized enough. However, if this predetermined period is lengthened, the problem resulting from control of a motor MG 1 may arise. Therefore, it is set up by experiment etc., a predetermined period taking into consideration both possibility that an axle 112 locks again, and possibility that the problem resulting from control of a motor MG 1 will arise. In addition, it is not necessary to necessarily set up a predetermined period by "time amount", and it may be set up by the number of steps which performs a control manipulation routine.

[0063] Moreover, in the above-mentioned example, the predetermined value alpha used as the decision criterion of whether an axle 112 locks is made into constant value. On the other hand, the predetermined value alpha shall be changed according to the vehicle speed. When an axle 112 locks, whether it goes into the field which produces resonance changes an engine 150 also at the rotational frequency of the sun gear 121 at that time, as shown in drawing 3. For example, if the condition empty vehicle shaft 112 with the high engine speed of a sun gear 121 locks, although the vehicle speed is lower than the condition which showed in drawing 3, and the engine speed of an engine 150 falls, it may be necessary to go into a resonance field. Therefore, if the map which set up the predetermined value alpha according to the vehicle speed is prepared and the predetermined value alpha is fluctuated according to the vehicle speed, it will become possible to control the operational status of a hybrid car more appropriately.

[0064] As a configuration of the hybrid car which applies this invention, various configurations besides the configuration shown in drawing 1 are possible. In drawing 1, although the motor MG 2 is combined with the ring wheel shaft 126, even if it is the configuration that the motor MG 2 is not combined, it is possible to apply this invention. Moreover, the configuration with which the motor MG 2 was combined with the crankshaft 156 of an engine 150 can also be taken. This example of a configuration is shown in drawing 11. In drawing 11, the integrated state to the planetary gear 120 of an engine 150 and motors MG1 and MG2 is different from the example of drawing 1. It is the same as drawing 1 at the point that a motor MG 1 is combined with the sun gear 121 of planetary gear 120, and the crankshaft of an engine 150 is combined with the planetary carrier. In drawing 11, a motor MG 2 is different from the example of drawing 1 at the point by which direct coupling is carried out to the crankshaft of the engine 150 instead of a ring wheel. Since the engine speed of an engine 150 is influenced with fluctuation of the engine speed of an axle also in this configuration, this invention is applicable. In addition, with the configuration of drawing 11, this invention is applicable with the mode which can apply this invention and sets up ** also by the mode which sets up the torque of a motor MG 2 according to the contents of the same processing besides in the case of applying this invention in the mode which sets up the torque of a motor MG 1 by processing shown by drawing 10.

[0065] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the hybrid car using the power output unit as an example of this invention.

[Drawing 2] It is a nomograph explaining the working principle of the power output unit of an example.

[Drawing 3] It is a nomograph when the engine is carrying out idle operation.

[Drawing 4] It is a nomograph in the case of going astern by the engine shutdown.

[Drawing 5] It is a nomograph in the case of moving forward by the engine shutdown.

[Drawing 6] It is the explanatory view showing the relation between the vehicle speed and an engine rotational frequency limit.

[Drawing 7] It is the flow chart of a torque control routine.

[Drawing 8] It is the graph which shows the relation between the engine operation point and operation effectiveness.

[Drawing 9] It is the graph which shows the relation of the engine speed and operation effectiveness in demand power regularity.

[Drawing 10] It is the flow chart of a target torque T1* setting manipulation routine.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing the example of a deformation configuration of the hybrid car of this example.

[Description of Notations]

- 112 — Axle
- 114 — Differential gear
- 116R, 116L — Driving wheel
- 119 — Case
- 120 — Planetary gear
- 121 — Sun gear
- 122 — Ring wheel
- 123 — Planetary pinion gear
- 124 — Planetary carrier
- 125 — Sun gear shaft
- 126 — Ring wheel shaft
- 127 — Planetary carrier shaft
- 129 — Chain belt
- 130 — Damper
- 132 — Rota
- 133 — Stator
- 142 — Rota
- 143 — Stator
- 144 — Resolver
- 150 — Engine
- 156 — Crankshaft
- 170 — EFIECU
- 190 — Control unit
- 191 — 1st drive circuit
- 192 — 2nd drive circuit
- 194 — Dc-battery
- MG1, MG2 — Motor

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-32611

(P2000-32611A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

5 H 1 1 1

H 0 2 K 7/10

H 0 2 K 7/10

C 5 H 6 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-214909

(22)出願日 平成10年7月13日(1998.7.13)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 山口 勝彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100097146

弁理士 下出 隆史 (外2名)

Fターム(参考) 5H111 BB02 BB06 CC16 CC25 DD05

DD06 DD11 EE01 FF04 FF05

FF13 GG02 GG09 GG17 HB01

5H607 AA00 BB09 CC03 CC05 CC07

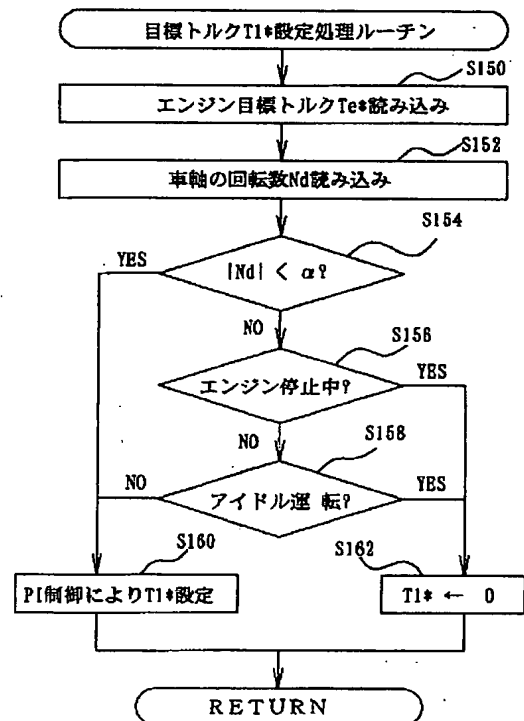
EE28 EE33 EE34 FF24 HH03

(54)【発明の名称】 動力出力装置及びその制御方法並びにハイブリッド車両

(57)【要約】

【課題】 エンジンと、モータと、駆動軸とが機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置において、エンジン停止またはアイドル運転時に共振が生じる等の弊害が生じることがあった。

【解決手段】 エンジンと、モータと、駆動軸とを機械的に結合してハイブリッド式の動力出力装置を構成する。通常走行時はモータの目標トルクをPI制御によって設定するが、エンジンが停止時またはアイドル運転時にはモータの目標トルクを略0にすることで、モータの制御に伴う電力消費などを防止することができる。かかる制御において、駆動軸がロックしていればモータの目標トルクをPI制御によって設定する。こうすることで、駆動軸がロックした場合もエンジンの回転数をほぼ一定に維持することができ、共振等の弊害を回避して安定した運転を実現することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、

要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定するトルク設定手段と、

前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に 0 である場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略 0 にして該電動発電機を運転する第 2 の制御手段とを備える動力出力装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記動力出力装置の運転状態に基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する判定手段を有し、

前記第 2 の制御手段は、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に 0 であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略 0 にして該電動発電機を運転する手段である動力出力装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の動力出力装置であって、前記判定手段は、

前記駆動軸の回転数を入力する入力手段と、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを該回転数に基づいて判定する手段とを備える動力出力装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の動力出力装置であって、前記判定手段は、さらに、

前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると一旦判定された後に該判定が成立する範囲から前記回転数が外れてから所定の期間を経過するまでは、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると判定する手段である動力出力装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の動力出力装置であって、前記内燃機関の出力軸と、前記電動発電機の回転軸と、前記駆動軸とは、プラネタリギヤを介して機械的に結合されていることを特徴とする動力出力装置。

【請求項 6】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置の制御方法であって、(a) 該動力出力装置に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する工程と、(b) 前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記

電動発電機をフィードバック制御する工程と、(c) 前記内燃機関の出力トルクが実質的に 0 である場合には、前記フィードバック制御と関係なく、前記電動発電機の出力トルクを略 0 にして該電動発電機を運転する工程とを備える制御方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の制御方法であって、(a 1) 前記動力出力装置の運転状態に関するパラメータを検出する工程と、(a 2) 該パラメータに基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する工程とを備え、前記工程 (c) は、前記内燃機関の出力トルクが実質的に 0 であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略 0 に設定する工程である制御方法。

【請求項 8】 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、前記出力軸、回転軸、および車輪が備えられた車軸とがプラネタリギヤを介して機械的に結合されたハイブリッド車両であって、

該車両に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する第 1 のトルク設定手段と、

前記車軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、

前記車輪がロックしているか否かを判定する判定手段と、

前記内燃機関の出力トルクが実質的に 0 であり、かつ、前記車輪がロックしていないと判定された場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略 0 にして該電動発電機を運転する設定する第 2 の制御手段とを備えるハイブリッド車両。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、内燃機関と電動発電機とを備え、内燃機関の出力軸と電動発電機の回転軸と駆動軸とが機械的に結合された動力出力装置およびその制御方法並びにハイブリッド車両に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、内燃機関と電動発電機とを備えるハイブリッド車両が提案されている。かかるハイブリッド車両としては種々の構成が提案されており、その一つにパラレル・ハイブリッド車両がある。パラレル・ハイブリッド車両では、内燃機関の動力および電動機の動力の双方を車軸に伝達可能である。パラレル・ハイブリッド車両の構成例を図 1 に示す。

【0003】 図 1 のハイブリッド車両では、エンジン 150 と、電動発電機 MG 1、MG 2 とが備えられている。三者は、プラネタリギヤ 120 を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ 120 は、遊星歯車とも呼ばれ以下に示すそれぞれのギヤに結合された 3 つの回転軸を有している。プラネタリギヤ 120 を構成するギ

ヤは、中心で回転するサンギヤ121、サンギヤの周辺を自転しながら公転するプラネタリピニオンギヤ123、さらにその外周で回転するリングギヤ122である。プラネタリピニオンギヤ123はプラネタリキャリア124に軸支されている。図1のハイブリッド車両では、エンジン150はプラネタリキャリア124に結合されている。電動発電機MG1はサンギヤ121に結合されている。電動発電機MG2はリングギヤ122に結合されている。リングギヤ122はチェーンベルト129により車軸112に結合されている。

【0004】かかるハイブリッド車両の基本的な動作を説明するために、まずプラネタリギヤ120の動作について説明する。プラネタリギヤ120は、上述した3つの回転軸のうち、2つの回転軸の回転数およびトルク（以下、両者をまとめて回転状態とよぶ）が決定されると残余の回転軸の回転状態が決まるという性質を有している。各回転軸の回転状態の関係は、機構学上周知の計算式によって求めることができるが、共線図と呼ばれる図により幾何学的に求めることもできる。

【0005】図2に共線図の一例を示す。縦軸が各回転軸の回転数を示している。横軸は、各ギヤのギヤ比を距離的な関係で示している。サンギヤ軸125（図中のS）とリングギヤ軸126（図中のR）を両端にとり、位置Sと位置Rの間を1:ρに内分する位置Cをプラネタリキャリア軸127の位置とする。ρはリングギヤ122の歯数（Z_r）に対するサンギヤ121の歯数（Z_s）の比である。こうして定義された位置S、C、Rにそれぞれのギヤの回転軸の回転数N_s、N_c、N_rをプロットする。プラネタリギヤ120は、このようにプロットされた3点が必ず一直線に並ぶという性質を有している。この直線を動作共線と呼ぶ。動作共線は2点が決まれば一義的に決まる。従って、動作共線を用いることにより、3つの回転軸のうち2つの回転軸の回転数から残余の回転軸の回転数を求めることができる。

【0006】また、プラネタリギヤ120では、各回転軸のトルクを動作共線に働く力に置き換えて示したとき、動作共線が剛体として釣り合いが保たれるという性質を有している。具体例として、プラネタリキャリア軸127に作用するトルクをT_eとする。このとき、図2に示す通り、トルクT_eに相当する大きさの力を位置Cで動作共線に鉛直下から上に作用させる。作用させる方向はトルクT_eの方向に応じて定まる。また、リングギヤ軸126から出力されるトルクT_rを位置Rにおいて動作共線に、鉛直上から下に作用させる。図中のT_e、T_rは剛体に作用する力の分配法則に基づいてトルクT_eを等価な2つの力に分配したものである。「T_e = ρ / (1 + ρ) × T_e」「T_r = 1 / (1 + ρ) × T_e」なる関係がある。以上の力が作用した状態で、動作共線図が剛体として釣り合いがとれているという条件を考慮すれば、サンギヤ軸125に作用すべきト

ルクT_m1、リングギヤ軸に作用すべきトルクT_m2を求めることができる。トルクT_m1はトルクT_eと等しくなり、トルクT_m2はトルクT_rとトルクT_eの差分に等しくなる。

【0007】プラネタリキャリア軸127に結合されたエンジン150が回転をしているとき、動作共線に関する上述の条件を満足する条件下で、サンギヤ121およびリングギヤ122は様々な回転状態で回転することができる。サンギヤ121が回転しているときは、その回転動力を利用して電動発電機MG1により発電することが可能である。リングギヤ122が回転しているときは、エンジン150から出力された動力を車軸112に伝達することが可能である。図1に示した構成を有するハイブリッド車両では、エンジン150から出力された動力を車軸に機械的に伝達される動力と、電力として再生される動力に分配し、さらに再生された電力を用いて電動発電機MG2を力行することによって所望の動力を出力しながら走行することができる。

【0008】また、上述のハイブリッド車両では、電動発電機MG1またはMG2の動力を車軸112から出力することができるため、これらの電動発電機により出力される動力のみを用いて走行することもできる。従って、車両が走行中であっても、エンジン150は停止していたり、いわゆるアイドル運転していたりすることがある。このような特徴は図1に示したハイブリッド車両のみならず、パラレルハイブリッド車両に共通の特徴である。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したハイブリッド車両において、エンジン150が停止またはアイドル運転をしながら走行している場合を考える。このとき、エンジン150から出力されるトルクは実質的には0である。車速およびエンジン150の回転数の目標値が決まると図2の共線図によって、電動発電機MG1の目標回転数が決まる。電動発電機MG1は、目標回転数を維持するために必要なトルクを、いわゆる比例積分制御（PI制御）によって出力する。現時点での回転数をセンサにより検出し、目標回転数よりも低ければ回転数を増すための正のトルクを出力する。逆に目標回転数よりも高ければ回転数を低減するための負荷をかける。一方、エンジン150も所定のアイドル回転数を維持するようにスロットル開度や燃料噴射量の制御を行う。

【0010】しかし、回転数センサにより検出される電動発電機MG1の回転数には検出誤差が含まれたり、車両の振動やギヤ間のバックラッシュなどに起因する変動が含まれたりすることがある。また、エンジン150の回転数も変動を繰り返す。従って、上記制御を行った場合、電動発電機MG1には、回転数の変動を修正するための電流がほとんど常に流れた状態となっていた。特に電動発電機MG1は、この制御に伴って、電力を消費し

たり回生したりする。エンジン150から実質的に動力が出力されていない場合に電力を消費し続ければバッテリーに蓄電された電力の不足を招き、逆に電力を回生し続けられればバッテリーが過充電となる可能性があった。エンジン150が停止している場合であっても、車両の振動などに基づいて電動発電機150を制御することにより、上述した現象が生じる可能性があった。また、場合によっては、エンジン150を回転させる必要がないにも関わらず、電動発電機MG1でエンジン150をモータリングする可能性もあった。

【0011】また、電動発電機MG1の制御に用いられるセンサで検出される回転数と、エンジン150の制御に用いられるセンサで検出される回転数とは必ずしも整合がとれていないことがある。かかる不整合は、両者のセンサの特性の相違や回転数の検出周期の相違によって生じる。かかる不整合によって、電動発電機MG1で電力を消費し続けたり、回生し続ける現象が生じることもあった。例えば、検出された電動発電機MG1の回転数が目標回転数よりも高い場合を考える。このときは電動発電機MG1は回生運転により回転数を低下させるように制御される。この一方で、電動発電機MG1の回転数が目標回転数に収束した時点で検出されたエンジン150の回転数が目標回転数よりも低いとする。エンジン150は回転数を増すための制御を行う。この結果、電動発電機MG1の回転数は目標回転数よりも高くなり、再び回生運転を行う。双方の制御の繰り返しにより、電動発電機MG1は回生運転をし続けることになる。こうした現象は、センサの検出結果の不整合に基づく、電動発電機MG1の制御とエンジン150の制御との相互干渉による課題の一つであった。

【0012】さらに、両者の制御の相互干渉による課題として以下に示す現象が生じることがあった。一般に制御には時間遅れが伴うのが通常であるから、エンジン150の回転数の変動に対し、電動発電機MG1の運転状態は十分に追従できない。かかる制御遅れはエンジン150の回転数の変動につながる。エンジン150がアイドル運転されている場合には、その回転数が所定のアイドル回転数になるように制御される。この制御にも当然、時間遅れが生じる。従って、電動発電機MG1における制御の時間遅れと、エンジン150の制御における時間遅れとの相互作用により、エンジン150の運転が非常に不安定になることがあった。例えば電動発電機MG1で正のトルクが出力された結果、エンジン150の回転数がアイドル回転数よりも大きくなった場合には、エンジン150の燃料噴射量が減らされて所定のアイドル回転数に収束するはずであるが、同時に電動発電機MG1のトルクが低下してしまうことによって、回転数がアイドル回転数以下にまで低下してしまうことがあった。

【0013】従来のハイブリッド車両では、エンジン1

50から実質的にトルクが出力されていない状態において、電動発電機MG1をフィードバック制御した場合に、上述した種々の課題が生じることが見いだされた。かかる課題は、図1に示した構成を有するハイブリッド車両のみならず、内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、および駆動軸が機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置に共通の課題である。

【0014】本発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、および駆動軸が機械的に結合されたハイブリッド式の動力出力装置に関し、内燃機関から実質的にトルクが出力されていない場合でも安定した運転が可能な装置または制御方法を提供することを目的とする。また、かかる動力出力装置を適用したハイブリッド車両を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記課題の少なくとも一部を解決するために、本発明では以下の構成を採った。本発明の動力出力装置は、出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置であって、要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定するトルク設定手段と、前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する第2の制御手段とを備えることを要旨とする。

【0016】上記発明の動力出力装置では、内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、電動発電機の出力トルクをフィードバック制御ではなく、略0の所定の値に設定する。内燃機関の出力トルクが実質的に0となる場合としては、例えば内燃機関が停止している場合や自立運転、いわゆるアイドル運転している場合が挙げられる。かかる場合に電動発電機の出力トルクを略0としておくことにより、電動発電機が力行運転したり回生運転したりすることを回避できる。従って、電動発電機の制御に伴う種々の課題を回避できる。例えば内燃機関の制御および電動発電機の制御の相互干渉に起因して動力出力装置の運転状態が不安定になる現象を回避することができる。また、動力出力装置が電動発電機と電力をやりとりするバッテリーを備えている場合には、該バッテリーの過充電や過放電を回避することができる。

【0017】本発明の動力出力装置において、前記動力出力装置の運転状態に基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する判定手段を有し、前記第2の制御手段は、前記内燃機関の出力

トルクが実質的に 0 であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略 0 にして該電動発電機を運転する手段であるものとする 것도できる。

【0018】かかる動力出力装置では、電動発電機の出力トルクを値 0 にするのを、内燃機関の運転状態が回避されるべき運転状態に至らないと判定された場合に限っている。回避されるべき運転状態としては、例えば内燃機関の回転数が非常に低回転となり回転が不安定になる運転状態や、逆方向に回転する逆転状態、および捻り共振などが挙げられる。捻り共振とは、内燃機関から出力される動力が伝達される経路に設けられたダンパによる捻り振動と、内燃機関の回転との相互作用によって生じる共振現象をいう。内燃機関の運転状態を考慮することにより、本発明の動力出力装置は、装置全体のより安定した運転を実現可能としている。かかる条件を考慮する利点について図 1 に示した構成、即ちプラネタリギヤ 120 によって内燃機関に相当するエンジン 150 と電動発電機に相当する MG 1、駆動軸に相当する車軸が機械的に結合された動力出力装置を例にとって説明する。

【0019】既に説明した通り、かかる構成を有する動力出力装置の運転状態は図 2 に例示した共線図で表される。図 3 にエンジン 150 が自立運転、即ちアイドル回転している場合の共線図を示す。エンジン 150 がアイドル回転数 N_i で回転している場合、図示する通り、プラネタリキャリア軸 127 の位置 C に回転数 N_i がプロットされる。車軸、即ちリングギヤ軸 126 は所定の回転数で正転しているものとすれば、動力出力装置の運転状態は図 3 中に実線で示す動作共線によって表される。動力出力装置がハイブリッド車両に適用されている場合を想定すれば、かかる運転状態は車両が降坂している状態に相当する。動力出力装置がかかる運転状態にある場合には、前述の通り電動発電機は出力トルクを値 0 とすることが望ましい。

【0020】次に、この状態でリングギヤ軸 126 の回転数が急激に減少した場合を考える。例えば、図 3 中に示すように回転数が値 0 になった場合を考える。かかる条件下で電動発電機の出力トルクを略 0 に維持した場合、電動発電機は慣性が比較的大きいため急激に回転数は変動しない。したがって、動作共線は図 3 中の破線で示す状態に移行する。つまり、プラネタリキャリア軸 127、即ちエンジン 150 の回転数が低下する。一般に内燃機関は低い回転数では安定して運転することができない。また、動力の伝達経路にダンパが設けられている場合、内燃機関が比較的低速で回転している場合には、該ダンパとの相互作用により共振現象を生じることが知られている。図 3 に示した通り、リングギヤ軸 126 の回転数の変化に伴って、内燃機関の回転数が低下すると、内燃機関の回転数がこの共振領域に入り運転が不安定になることがある。

【0021】こうした共振現象は内燃機関が停止している場合にも生じ得る。図 4 は、内燃機関が停止したままリングギヤ軸 126 が反転している場合の共線図を実線で示している。ハイブリッド車両では後進している場合に相当する。かかる状況下でリングギヤ軸 126 の回転数が 0 になった場合の共線図を図 4 中の破線で示す。図示する通り、内燃機関の回転数が増加し、共振領域に入る可能性がある。

【0022】また、内燃機関の逆転を生じる場合もある。図 5 は、内燃機関が停止している場合にリングギヤ軸 126 が正転している場合の共線図を実線で示している。かかる状況下でリングギヤ軸 126 の回転数が 0 になった場合の共線図を図 5 中の破線で示す。図示する通り、内燃機関の回転数が減少し、逆転を始める可能性がある。以上で説明した種々の現象は駆動軸の回転数と内燃機関の回転数とが相関をもった状態で回転可能に結合された動力出力装置であれば、図 1 に示した構成を有する動力出力装置のみならず、他の結合状態で構成された動力出力装置においても同様に生じ得る。

【0023】上述の動力出力装置では、内燃機関の運転状態も考慮して電動発電機の出力トルクを値 0 に設定する。例えば共振が生じると判断される場合には、電動発電機のトルクを制御して電動発電機の回転数を変化させることができるから、内燃機関の共振を回避することができる。従って、上述の動力出力装置によれば、本発明の動力出力装置は内燃機関の出力トルクが実質的に 0 である場合に安定した運転を実現可能となる。

【0024】なお、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かの判定には、既に内燃機関の運転状態がそのような状態に至ったか否かの判定も含まれる。上記発明の動力出力装置では、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態となっている場合に、電動発電機を所定のフィードバック制御することにより、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に滞留することを抑制することができる。

【0025】内燃機関の運転状態が回避されるべき運転状態に至るか否かの判定方法は、種々の方法が可能であり、例えば、前記判定手段は、前記判定手段は、前記駆動軸の回転数を入力する入力手段と、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを該回転数に基づいて判定する手段とを備えるものとすることができる。

【0026】先に説明した通り、内燃機関について回避されるべき運転状態には、共振や逆転などがある。いずれも内燃機関の回転状態に基づいて判断することができる。内燃機関の回転状態と駆動軸の回転状態とは相関があるから、駆動軸の回転状態に基づいて内燃機関の運転状態を判定することもできる。上に例示した判定手段によれば、駆動軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判定することができる。図 3 ～ 図 5 に示した通り、内

燃機関の運転が回避されるべき状態に至るのは、駆動軸の回転数の変動が原因であることが多い。従って、駆動軸の回転数に基づいて、内燃機関の運転状態を判断するものとすれば、時間遅れを極小に抑えた適切な判断が可能となる利点がある。動力の伝達経路にダンパが設けられている場合には、駆動軸の回転数の変化に起因して、内燃機関の回転数の変化が生じるまでに時間遅れが生じるため、駆動軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判定する方法は、ダンパを有した動力出力装置において特に有効性が高い。

【0027】なお、駆動軸の回転数に基づく判定手段では、駆動軸の回転数が所定の範囲にあるか否かを判断基準とすることができる。この所定の回転数は、駆動軸の回転数と内燃機関の回転数との相関に基づいて、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態となる際の駆動軸の回転数を求めることにより実験的または解析的に設定することが可能である。その他、駆動軸の回転数の変化率などに基づいて判定するものとしてもよい。

【0028】また、前記判定手段は、さらに、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると一旦判定された後に該判定が成立する範囲から前記回転数が外れてから所定の期間を経過するまでは、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至ると判定する手段であるものとすることもできる。

【0029】駆動軸の回転数が前記所定の範囲から外れた直後は、内燃機関の運転状態が再び回避されるべき状態に至る可能性が高い。従って、上記構成をとることにより、内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至る可能性をより確実に避けることができる。

【0030】本発明における機械的な結合としても種々の場合が考えられ、例えば、前記内燃機関の出力軸と、前記電動発電機の回転軸と、前記駆動軸とは、プラネタリギヤを介して機械的に結合されているものとすることができる。

【0031】この場合において、必ずしも上記3つの回転軸がプラネタリギヤの3つの回転軸に1対1に結合されている必要はない。例えば、電動発電機の回転軸が内燃機関の出力軸に直接結合された上で、プラネタリギヤに結合されていてもよい。本発明の動力出力装置は、プラネタリギヤの他にベルトやチェーンなどで内燃機関の出力軸、電動発電機の回転軸、駆動軸を機械的に結合して構成しても構わない。

【0032】以上で説明した本発明の概念は、種々の態様で実現可能である。本発明は、例えば以下に示す通り、動力出力装置の制御方法の発明として実現することもできる。出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、少なくとも前記出力軸と相関をもった異なる回転数で回転可能な状態で、該出力軸、該回転軸に機械的に結合された駆動軸から動力を出力可能な動力出力装置の制御方法であって、(a) 該動力出力

装置に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する工程と、(b) 前記駆動軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する工程と、(c) 前記内燃機関の出力トルクが実質的に0である場合には、前記フィードバック制御と関係なく、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する工程とを備える制御方法である。

【0033】また、かかる制御方法において、(a1)

10 前記動力出力装置の運転状態に関するパラメータを検出する工程と、(a2) 該パラメータに基づいて、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至るか否かを判定する工程とを備え、前記工程(c)は、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記内燃機関の運転状態が回避されるべき状態に至らないと判定された場合には、前記電動発電機の出力トルクを略0に設定する工程であるものとすることもできる。

【0034】本発明の動力出力装置を利用して、以下に示すハイブリッド車両の発明を構成することもできる。

20 出力軸を有する内燃機関と、回転軸を有する電動発電機とを有し、前記出力軸、回転軸、および車輪が備えられた車軸とがプラネタリギヤを介して機械的に結合されたハイブリッド車両であって、該車両に要求された要求動力に応じて前記内燃機関の出力トルクを設定する第1のトルク設定手段と、前記車軸から出力される動力が前記要求動力に一致するように、前記電動発電機をフィードバック制御する制御手段と、前記車輪がロックしているか否かを判定する判定手段と、前記内燃機関の出力トルクが実質的に0であり、かつ、前記車輪がロックしていないと判定された場合には、前記制御手段による制御に関わらず、前記電動発電機の出力トルクを略0にして該電動発電機を運転する設定する第2の制御手段とを備えるハイブリッド車両である。

30 40 【0035】先に説明した動力出力装置の駆動軸はハイブリッド車両の車軸に相当する。従って、車軸の回転数に基づいて内燃機関の運転状態を判断することができる。車軸の回転数が略0になっている場合が、上述したロックした状態である。なお、車輪がロックしたか否かは必ずしも車軸の回転数によって判断するものでなくてもよい。例えば、車輪がロックしている場合には車軸のトルクが低下するのが通常であるから、トルクに基づいて判定するものとしても構わない。また、いわゆるアンチロックブレーキシステムなど、車輪のロックの有無に基づく制御を行っているシステムが別途搭載された車両では、かかるシステムからの出力を用いることも可能である。

【0036】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

50 (1) 実施例の構成：はじめに、本発明の実施例として

の動力出力装置を適用したハイブリッド車両の構成について図1を用いて説明する。このハイブリッド車両の動力系統は、次の構成から成っている。動力系統に備えられた原動機としてのエンジン150は通常のガソリンエンジンであり、クランクシャフト156を回転させる。エンジン150の運転はEFIECU170により制御されている。EFIECU170は内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータであり、CPUがROMに記録されたプログラムに従い、エンジン150の燃料噴射料その他の制御を実行する。図示を省略したが、これらの制御を可能とするために、EFIECU170にはエンジン150の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。

【0037】動力系統には、他にモータMG1、MG2が備えられている。モータMG1、MG2は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石を有するロータ132、142と、回転磁界を形成する三相コイルが巻回されたステータ133、143とを備える。ステータ133、143はケース119に固定されている。モータMG1、MG2のステータ133、143に巻回された三相コイルは、それぞれ駆動回路191、192を介してバッテリー194に接続されている。駆動回路191、192は、各相ごとにスイッチング素子としてのトランジスタを2つ1組で備えたトランジスタインバータである。駆動回路191、192は制御ユニット190に接続されている。制御ユニット190からの制御信号によって駆動回路191、192のトランジスタがスイッチングされるとバッテリー194とモータMG1、MG2との間に電流が流れる。モータMG1、MG2はバッテリー194からの電力の供給を受けて回転駆動する電動機として動作することもできるし（以下、この運転状態を力行と呼ぶ）、ロータ132、142が外力により回転している場合には三相コイルの両端に起電力を生じさせる発電機として機能してバッテリー194を充電することもできる（以下、この運転状態を回生と呼ぶ）。

【0038】エンジン150とモータMG1、MG2はそれぞれプラネタリギヤ120を介して機械的に結合されている。プラネタリギヤ120は、サンギヤ121、リングギヤ122、プラネタリピニオンギヤ123を有するプラネタリキャリア124から構成されている。本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150のクランクシャフト156はダンパ130を介してプラネタリキャリア軸127に結合されている。ダンパ130はクランクシャフト156に生じる捻り振動を吸収するために設けられている。モータMG1のロータ132は、サンギヤ軸125に結合されている。モータMG2のロータ142は、リングギヤ軸126に結合されている。リングギヤ122の回転は、チェーンベルト129を介して車軸112および車輪116R、116Lに伝達され

る。

【0039】プラネタリギヤ120の動作については、図2の共線図を用いて説明した通りである。本実施例のハイブリッド車両は、プラネタリギヤ120の作用に基づいて、種々の状態で走行することができる。例えば、エンジン150を運転してプラネタリキャリア軸127を回転させると、図2の共線図から明らかな通り、サンギヤ軸125およびリングギヤ軸126が回転する。リングギヤ軸126の回転による動力はそのまま車輪116R、116Lに伝達される。サンギヤ軸125の回転による動力はモータMG1で電力として回生することができる。一方、モータMG2を力行すれば、リングギヤ軸126を介して車輪116R、116Lに動力を出力することができる。エンジン150からリングギヤ軸126に伝達されるトルクが不足する場合にはモータMG2を力行することによりトルクをアシストする。モータMG2を力行するための電力にはモータMG1で回生した電力およびバッテリー149に蓄えられた電力を用いる。モータMG1、MG2の運転を制御すればエンジン150から出力された動力を種々の回転数およびトルクの回転状態に変換して車軸112に出力することができる。

【0040】また、実施例のハイブリッド車両はエンジン150を停止した状態で走行する場合もある。車両が走行を始めた比較的低速な状態では、エンジン150を停止したまま、モータMG2を力行することにより車軸112に動力を伝達して走行する。同様にエンジン150をアイドル運転したまま、走行することもある。

【0041】ところで、本実施例のハイブリッド車両では、車両の車速とエンジン150の回転数との間に一定の制限が設けられている。図6にこの制限を示す。図中の使用可能領域に示す通り、エンジン150の回転数に応じて走行可能な車速の範囲が制限されている。かかる制限は、プラネタリギヤ120の各ギヤの回転数についての機械的な制限に基づくものである。例えば、エンジン150が停止している状態で車両が走行している場合、動作共線は図5に示した状態となる。プラネタリギヤでは、ギヤ比 ρ は1よりも小さいから、サンギヤ121はリングギヤ122の回転数よりも高い回転数で回転する。リングギヤ122の回転数がさらに大きくなると、場合によってはサンギヤ121の回転数が機械的な限界を超える可能性もある。同じ車速で走行している場合であっても、図3に示すようにエンジン150が回転している場合には、サンギヤ121の回転数はそれに比べて低くなる。このようにプラネタリギヤ120の動作原理に基づき、本実施例のハイブリッド車両では、エンジン150の回転数と車速との間に図6に示した制限が設けられているのである。かかる制限に基づき、本実施例のハイブリッド車両はエンジン150からの出力が要求されない場合であってもエンジン150をアイドル運

転しながら走行することがある。

【0042】実施例の動力出力装置の運転全体は制御ユニット190により制御されている。制御ユニット190は、EFIECU170と同様、内部にCPU、ROM、RAM等を有するワンチップ・マイクロコンピュータである。制御ユニット190はEFIECU170と接続されており、両者は種々の情報を伝達し合うことが可能である。制御ユニット190は、エンジン150の制御に必要となるトルク指令値や回転数の指令値などの情報をEFIECU170に送信することにより、エンジン150の運転を間接的に制御することができる。制御ユニット190はこうして、動力出力装置全体の運転を制御しているのである。かかる制御を実現するために制御ユニット190には、種々のセンサ、例えば、車軸112の回転数を知るためのセンサ144などが設けられている。リングギヤ軸126と車軸112は機械的に結合されているため、本実施例では、車軸112の回転数を知るためのセンサ144をリングギヤ軸126に設け、モータMG2の回転を制御するためのセンサと共通にしている。

【0043】(2) トルク制御処理：次に、本実施例におけるトルク制御処理について説明する。トルク制御処理とは、エンジン150およびモータMG1、MG2を制御して、要求されたトルクおよび回転数からなる動力を駆動軸112から出力する処理をいう。本実施例におけるトルク制御処理のフローチャートを図7に示す。このルーチンは制御ユニット190内のCPU（以下、単にCPUという）によって、タイマ割り込みにより所定時間毎に繰り返し実行される。

【0044】トルク制御処理ルーチンが開始されると、CPUは車軸112の目標回転数 N_d^* 、目標トルク T_d^* を設定する（ステップS100）。目標回転数 N_d^* およびトルク T_d^* は、現在の車速やアクセルの踏み込み量などに応じて設定される。フローチャートでは図示を省略したが、この処理においてCPUはこれらの諸量を読み込んでいる。

【0045】次に、CPUはエンジン150の要求動力 P_{e^*} を設定する（ステップS110）。エンジン150の要求動力 P_{e^*} は、車軸112の目標回転数 N_d^* 、トルク T_d^* の積で求められる走行動力と、バッテリー194から充放電される電力と、補機の駆動に要する電力との総和により求められる。例えば、バッテリー194から余剰の電力を放電する必要がある場合には、エンジン150への要求動力 P_{e^*} をその分減少させることができる。また、エアコンなどの補機を動作させる場合には、走行動力の他に補機用の電力に相当する動力をエンジン150から余分に出力する必要がある。

【0046】こうしてエンジン150への要求動力 P_{e^*} が設定されるとCPUはエンジン150の運転ポイント、即ち目標回転数 N_{e^*} 、目標トルク T_{e^*} を設定す

る（ステップS120）。エンジン150の運転ポイントは、基本的には運転効率が最もよくなる運転ポイントをマップから選択することにより設定される。

【0047】図8にエンジン150の運転ポイントと運転効率の関係を示す。図中の曲線Bは、エンジン150が運転可能な回転数およびトルクの限界値を示している。図8において $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ 等で示される曲線は、それぞれエンジン150の効率が一定となる等効率線であり、 $\alpha 1\%$ 、 $\alpha 2\%$ の順に効率が低くなっていくことを示している。図8に示す通り、エンジン150は比較的限定された運転ポイントで効率が高く、その周囲の運転ポイントでは徐々に効率が低下していく。

【0048】図8中、C1-C1、C2-C2、およびC3-C3で示されている曲線は、エンジン150から出力される動力が一定の曲線であり、エンジン150の運転ポイントは要求動力に応じてこれらの曲線上で選択することになる。C1-C1、C2-C2、C3-C3の順に要求動力が低い状態を示している。例えば、エンジン150への要求動力 P_{e^*} が曲線C1-C1で表される動力に相当する場合、エンジン150の運転ポイントは、曲線C1-C1上で運転効率が最も高くなるA1点に設定される。同様にC2-C2曲線上ではA2点、C3-C3曲線上ではA3点で運転ポイントを選択する。曲線C1-C1、C2-C2、C3-C3上における、エンジン150の回転数と運転効率の関係を図9に示す。なお、図9中の曲線は、説明の便宜上、図8中の3本を例示しているが、要求出力に応じて無数に引くことができる曲線であり、エンジン150の運転ポイントA1点等も無数に選択することができるものである。このようにエンジン150の運転効率の高い点をつなぐことにより描いた曲線が図8中の曲線Aであり、これを動作曲線と呼ぶ。

【0049】エンジン150の要求動力 P_{e^*} が値0である場合、エンジン150は停止またはアイドル運転状態となる。例えばハイブリッド車両がモータMG2からの動力のみで走行する場合や、降坂時などがかかる走行状態に該当する。エンジン150が停止するかアイドル運転となるかについては、種々の条件に基づいて設定される。先に図6で説明した制限に基づき、比較的高い車速では、エンジン150をアイドル運転する。また、エンジン150の暖機が必要と判断された場合などもアイドル運転をする。

【0050】以上の処理により設定されたエンジン150の運転ポイントに基づいて、CPUはモータMG1の目標回転数 N_1^* 、トルク T_1^* を設定する（ステップS130）。エンジン150、即ちプラネタリキャリア軸127の目標回転数 N_1^* と、車軸112つまりリングギヤ軸126の目標回転数 N_d^* が設定されているため、図2の共線図によって、サンギヤ軸125つまりモータMG1の目標回転数 N_1^* を設定することができ

る。もちろん、ステップ S 130 では、図 2 の共線図から導かれる所定の比例計算式によってモータ MG 1 の目標回転数 $N1^*$ を設定する。

【0051】モータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ は基本的にはいわゆる比例積分制御によって設定されるが、本実施例では更に多くの条件を考慮して目標トルク $T1^*$ を設定している。モータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ の設定処理のフローチャートを図 10 に示す。

【0052】この処理では、まずエンジンの目標トルク Te^* を入力する (ステップ S 150)。この目標トルク Te^* は図 7 のステップ S 120 で設定された値である。次に、車軸 112 の回転数 Nd の読み込みを行う (ステップ S 152)。この回転数は図 1 に示した回転数センサ 144 により読み込むことができる。本実施例では回転数センサ 144 はリングギヤ軸 126 の回転数を検出している。実際にはリングギヤ軸 126 から車軸 112 までの動力の伝達経路に介在するギヤのギヤ比等により、リングギヤ軸 126 の回転数と車軸 112 の回転数とは一致しないが、差し支えない。

【0053】CPU は入力した回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さいか否かを判定する (ステップ S 154)。この処理により車軸 112 がロックされたか否かを判定するのである。所定の値 α は車軸 112 がロックされたか否かを判定する基準となる値であり、動力の伝達経路に介在するギヤのギヤ比などを考慮して設定することができる。回転数 Nd の絶対値で判定するのは、前進および後進の双方で妥当な判定を行うためである。図 3 に示した通り、エンジン 150 が共振を生じる領域には一定の幅がある。従って、所定の値 α は共振領域の幅に応じた幅で設定することが望ましい。本明細書では説明の便宜上、回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さい場合を車軸 112 がロックされた場合と呼ぶ。 α の値によっては、車軸 112 がある程度回転している場合でも本明細書にいうロック状態に該当する場合もある。

【0054】回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも小さい場合、つまり車軸 112 がロックされていると判断される場合には、PI 制御によってモータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ を設定する (ステップ S 160)。モータ MG 1 の現在の回転数と、上述の目標回転数 $N1^*$ との偏差に基づいて目標トルク $T1^*$ を設定するのである。現在の回転数が目標回転数 $N1^*$ よりも低い場合には目標トルク $T1^*$ は正のトルクとなるし、逆の場合には負のトルクとなる。トルク $T1^*$ を設定する際に用いられるゲインは、実験などにより設定可能である。

【0055】回転数 Nd の絶対値が所定の値 α よりも大きい場合、つまり車軸 112 がロックしていないと判断される場合、CPU はエンジン 150 が停止しているか否か (ステップ S 156) およびアイドル運転をしているか否かを判定する (ステップ S 158)。エンジン 1

50 が停止中またはアイドル運転中であると判定された場合にはモータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ を値 0 とする (ステップ S 162)。エンジン 150 が停止中でもなく、アイドル運転中でもない判定された場合には PI 制御によりモータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ を設定する (ステップ S 160)。以上によりモータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ を設定すると、目標トルク $T1^*$ 設定処理ルーチンを終了してトルク制御ルーチンに戻る。

【0056】CPU は以上の処理で設定されたエンジン 150 の運転ポイントおよびモータ MG 1 の運転ポイントに基づいてモータ MG 2 の運転ポイント、つまり目標回転数 $N2^*$ 、目標トルク $T2^*$ を設定する (ステップ S 200)。モータ MG 2 の目標回転数は図 2 の共線図に基づいて設定される。つまり、目標回転数 $N2^*$ はリングギヤ軸 126 の目標回転数 Nd^* と等しい。また、目標トルク $T2^*$ は PI 制御により設定される。

【0057】こうして設定された運転ポイントに従って、CPU はモータ MG 1、MG 2 およびエンジン 150 の運転を制御する (ステップ S 210)。モータ MG 1、MG 2 の制御は設定された目標回転数と目標トルクとに応じて各モータの三相コイルに印加する電圧が設定され、現時点での印加電圧との偏差に応じて、駆動回路 191、192 のトランジスタのスイッチングを行うのである。同期モータを制御する方法については、周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。

【0058】エンジン 150 についても、設定された運転ポイントで運転するための制御処理は周知であるため、ここでは説明を省略する。但し、実際にエンジン 150 の制御を行うのは E F I E C U 170 である。従って、トルク制御ルーチンでのステップ S 700 における処理では、制御ユニット 190 から E F I E C U 170 にエンジン 150 の運転ポイント等の必要な情報を送信する処理が行われる。かかる情報を送信することにより制御ユニット 190 の CPU は間接的にエンジン 150 の運転を制御する。なお、エンジン 150 がアイドル運転している場合、その回転数は 1000 rpm ~ 1300 rpm の範囲でエンジン 150 の水温に応じて設定されるアイドル回転数を維持するように制御される。

【0059】以上で説明した動力出力装置によれば、エンジン 150 が停止中やアイドル運転中にモータ MG 1 の目標トルク $T1^*$ を 0 にすることによって、エンジン 150 の回転数の変動や動力出力装置の振動などに起因して生じるモータ MG 1 の回転数の変動に基づいて、モータ MG 1 が力行運転したり回生運転したりすることを回避できる。また、エンジン 150 の制御とモータ MG 1 の制御との相互作用によって、エンジン 150 の運転が不安定になる現象を回避することができる。また、モータ MG 1 の運転に伴って、バッテリー 194 の過充電や過放電が生じることを回避することができる。なお、かかる効果は、上記実施例において図 10 のステップ S 1

54における判定、即ち車輪がロックしているか否かの判定を省略した場合でも得ることができる。

【0060】また、上記実施例では図10で示した通り、車軸112がロックしている場合には、エンジン150が停止またはアイドル運転中であっても、PI制御によってモータMG1のトルク $T1^*$ を設定する(ステップS160)。例えば、図3に示した通り、エンジン150がアイドル運転状態で車両が走行している場合を考える。先に説明した通り、車輪がロックしてリングギヤ軸126の回転数が低下した場合、モータMG1のトルクが値0であれば共線図は図3中の破線で示した状態となる。このときエンジン150の回転数は共振領域に入るため、動力出力装置の運転は不安定となる。本実施例の動力出力装置では、かかる場合にモータMG1から共線図に基づいて設定されたトルク、つまりエンジン150の回転数を維持するトルクを出力する。従って、共線図は図3中の一点鎖線のようになり、エンジン150の回転数は変動しない。この結果、本実施例では動力出力装置を安定して運転することができる。また、仮にエンジン150の回転数が共振領域に入ったとしても、共振領域に滞留することなく速やかに離脱させることができる。

【0061】エンジンを停止したまま後進している際に車軸112がロックした場合(図4)や、前進している際に車軸112がロックした場合(図5)などにおいても同様に、モータMG1からトルクを出力することによりエンジン150が共振領域に入ったり逆転したりすることを防止できる。

【0062】なお、本実施例では図10の目標トルク $T1^*$ 設定処理において、車軸112がロックしている場合にモータMG1から所定のトルクを出力するものとしている(ステップS154、S160)。エンジン150が停止またはアイドル運転中に、車軸112が一旦ロックした後、ロック状態から解放されれば直ちにモータMG1のトルク $T1^*$ は値0になる。これに対し、車軸112がロック状態から解放された後、所定の期間が経過するまではモータMG1から所定のトルクを出力するようにすることもできる。車軸112がロック状態から解放された直後は再びロック状態に入る可能性が高いため、車軸112の回転数が十分安定するまでモータMG1からトルクを出力することにより、より安定した運転を実現することができる。但し、この所定の期間を長くすると、モータMG1の制御に起因する問題が生じる可能性がある。従って、所定の期間は車軸112が再びロックする可能性と、モータMG1の制御に起因する問題が生じる可能性の両者を考慮しつつ、実験などにより設定される。なお、所定の期間は必ずしも「時間」で設定する必要はなく、制御処理ルーチンを実行するステップ数などで設定しても構わない。

【0063】また、上記実施例では車軸112がロック

するか否かの判断基準となる所定の値 α を一定値としている。これに対し所定の値 α を車速に応じて変動するものとすることもできる。図3に示した通り、車軸112がロックした際にエンジン150が共振を生じる領域に入るか否かは、そのときのサンギヤ121の回転数によっても変わる。例えば、図3に示した状態よりも車速が低く、サンギヤ121の回転数が高い状態から車軸112がロックすれば、エンジン150の回転数は低下するものの、共振領域に入らずに済む場合もある。従って、所定の値 α を車速に応じて設定したマップを用意し、所定の値 α を車速に応じて変動させれば、ハイブリッド車両の運転状態をより適切に制御することが可能となる。

【0064】本発明を適用するハイブリッド車両の構成としては、図1に示した構成の他、種々の構成が可能である。図1では、モータMG2がリングギヤ軸126に結合されているが、モータMG2が結合されていない構成であっても本発明を適用することが可能である。また、モータMG2がエンジン150のクランクシャフト156に結合された構成をとることもできる。かかる構成例を図11に示す。図11では、エンジン150、モータMG1、MG2のプラネタリギヤ120に対する結合状態が図1の実施例と相違する。プラネタリギヤ120のサンギヤ121にモータMG1が結合され、プラネタリキャリアにエンジン150のクランクシャフトが結合されている点では図1と同じである。図11では、モータMG2がリングギヤではなくエンジン150のクランクシャフトに直接結合されている点で図1の実施例と相違する。かかる構成においても車軸の回転数の変動に伴ってエンジン150の回転数は影響を受けるため、本発明を適用することができる。なお、図11の構成では、図10で示した処理によってモータMG1のトルクを設定する態様で本発明を適用する場合の他、同様の処理内容によってモータMG2のトルクを設定する態様によっても本発明を適用することができる。

【0065】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例としての動力出力装置を用いたハイブリッド車両の概略構成を示す構成図である。

【図2】実施例の動力出力装置の作動原理を説明する共線図である。

【図3】エンジンがアイドル運転している場合の共線図である。

【図4】エンジン停止で後進している場合の共線図である。

【図5】エンジン停止で前進している場合の共線図である。

【図6】車速とエンジンの回転数制限との関係を示す説明図である。

【図7】トルク制御ルーチンのフローチャートである。

【図8】エンジンの運転ポイントと運転効率との関係を示すグラフである。

【図9】要求動力一定の場合の、エンジン回転数と運転効率との関係を示すグラフである。

【図10】目標トルク $T1$ * 設定処理ルーチンのフローチャートである。

【図11】本実施例のハイブリッド車両の変形構成例を示す説明図である。

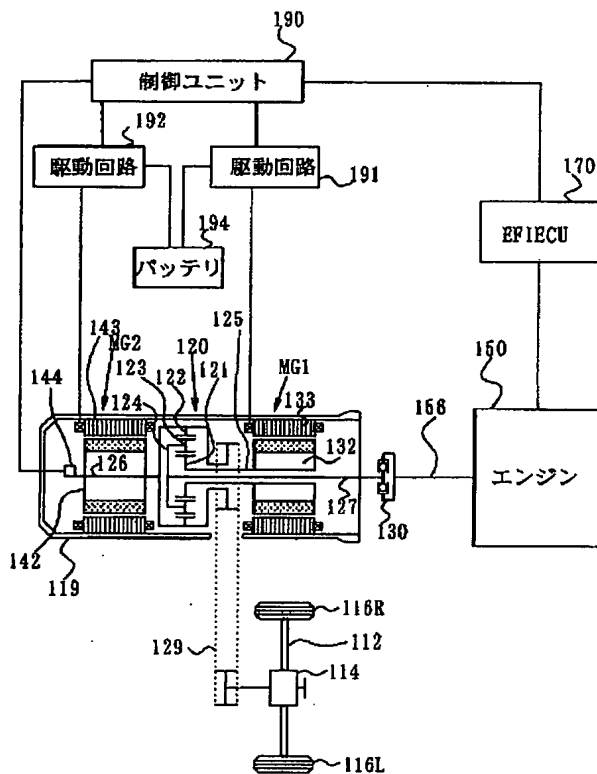
【符号の説明】

112…車軸
114…ディファレンシャルギヤ
116R、116L…駆動輪
119…ケース
120…プラネタリギヤ
121…サンギヤ
122…リングギヤ
123…プラネタリピニオンギヤ

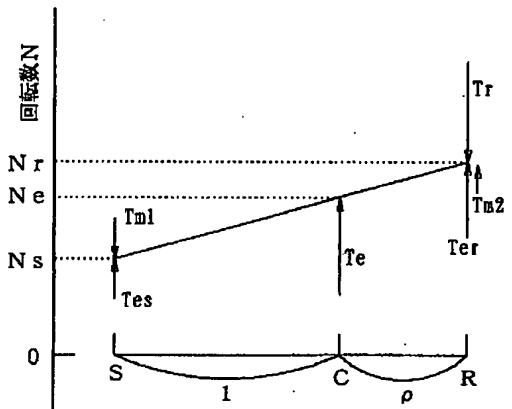
* 124…プラネタリキャリア
125…サンギヤ軸
126…リングギヤ軸
127…プラネタリキャリア軸
129…チェーンベルト
130…ダンパ
132…ロータ
133…ステータ
142…ロータ
143…ステータ
144…レゾルバ
150…エンジン
156…クランクシャフト
170…EFI ECU
190…制御ユニット
191…第1の駆動回路
192…第2の駆動回路
194…バッテリー
MG1、MG2…モータ

*20

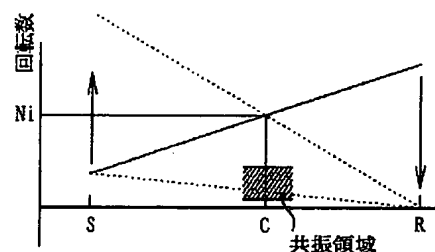
【図1】



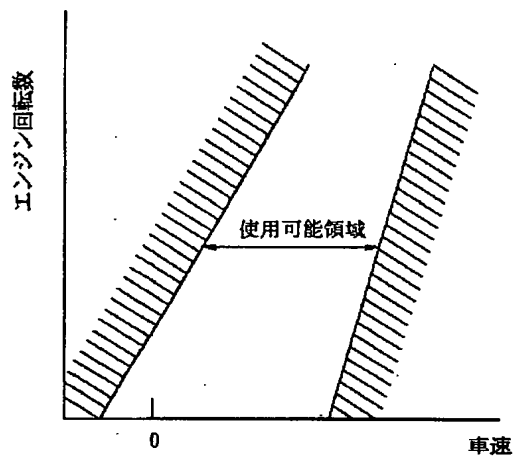
【図2】



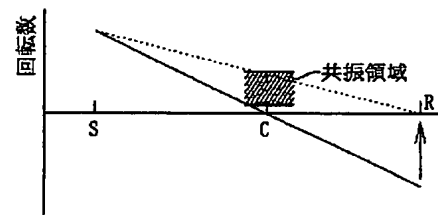
【図3】



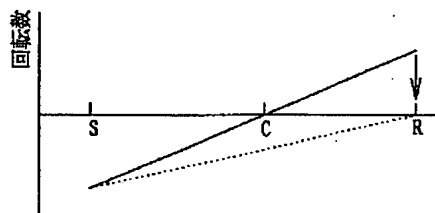
【図 6】



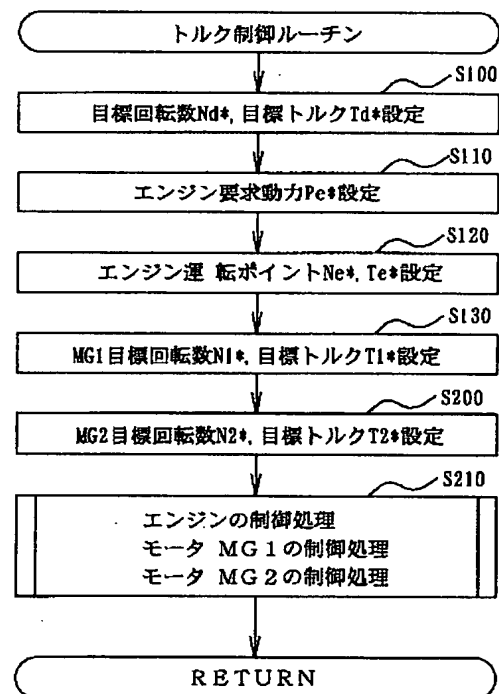
【図 4】



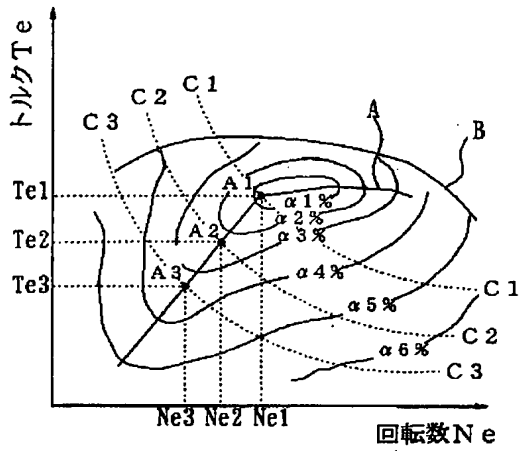
【図 5】



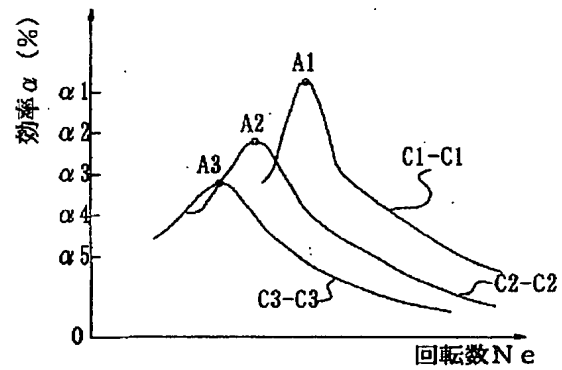
【図 7】



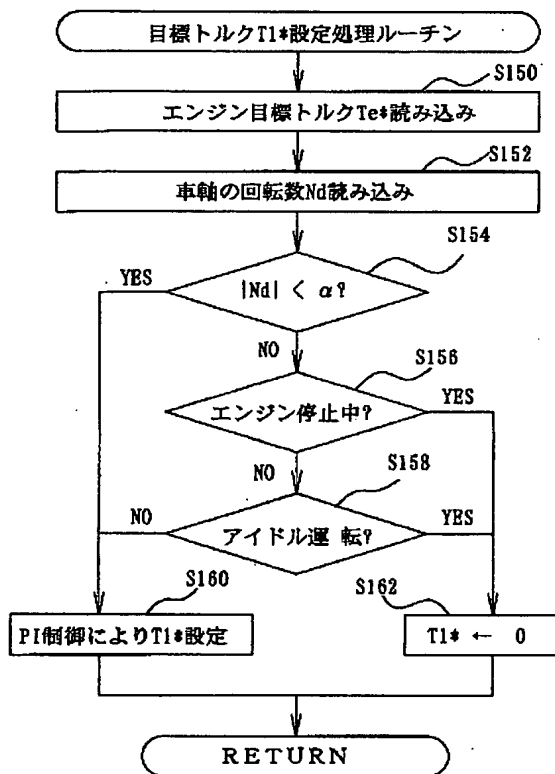
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 11】

